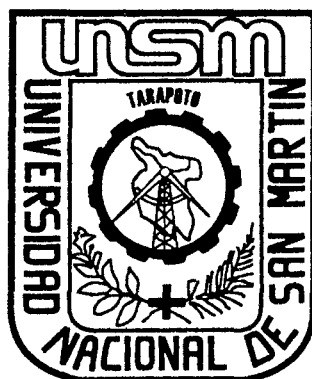


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL



**“Evaluación de soluciones NPK combinados con
fertilizantes foliares para mejorar rendimientos y calidad de
hoja de lechuga (*Lactuca sativa*) en Lamas-San Martín”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
MARCO ANTONIO RAMÍREZ TELLO**

TARAPOTO - PERÚ

2005

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO

PASTORIL



**“Evaluación de soluciones de NPK combinados con
fertilizantes foliares para mejorar rendimientos y calidad
de hoja en lechuga (*Lactuca sativa*) en Lamas – San
Martín”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER

MARCO ANTONIO RAMÍREZ TELLO

TARAPOTO - PERÚ

2005

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADEMICO AGROSILVO PASTORIL

ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS

**“Evaluación de soluciones de NPK combinados con
fertilizantes foliares para mejorar rendimientos y calidad
de hoja en lechuga (*Lactuca sativa*) en Lamas – San
Martín”**

TESIS

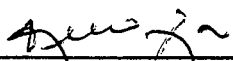


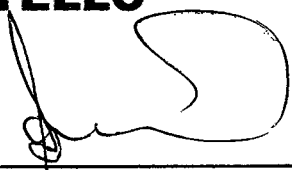
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

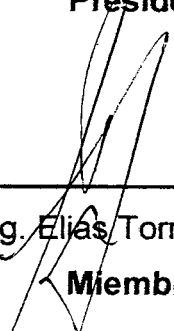
INGENIERO AGRÓNOMO


PRESENTADO POR EL BACHILLER:

MARCO ANTONIO RAMÍREZ TELLO


Ing. M. Sc. Carlos Rengifo Saavedra
Presidente


Ing. S. Darío Maldonado Vásquez
Miembro


Ing. Elías Torres Flores
Miembro


Ing. Eybis José Flores García
Asesor

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	21- 33
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34- 50
VI. CONCLUSIONES	51- 52
VII. RECOMENDACIONES	53
VIII. RESUMEN	54- 55
IX. SUMMARY	56
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57- 60
ANEXOS	61- 62

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la vida a mi querido padre **MARCO TULIO RAMIREZ RAMIREZ**, que desde el cielo me brindo su apoyo, y a mi querida madre **OLINDA TELLO VELA**, que con su esfuerzo dedicación y voluntad; se esforzo mucho para culminar mis estudios superiores.

A mis hermanos que me apoyaron en todo momento durante la formación de mi carrera profesional y ser ejemplo y orgullo de ellos.

I. INTRODUCCIÓN



El cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.), es una hortaliza que tiene importancia en la dieta alimenticia por contener mayormente hierro, vitaminas A y del complejo B.

En el Perú, está ligada a las labores cotidianas de los pequeños horticultores que abastecen los mercados locales o regionales. En la Región San Martín según la información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (2000), existe 5,5 ha del cultivo de la lechuga. Los rendimientos obtenidos por Goigoechea (1996) en el Distrito de la Banda Shilcayo fueron de 14,0 a 18,5 t/ha/campaña.

Todas las plantaciones de lechuga están sembradas bajo el sistema de cultivo intensivo y rotatorio, absorbiendo del suelo los macro y micro nutrientes, que al transcurrir el tiempo produce deficiencias nutricionales. Esto provoca susceptibilidad a plagas y enfermedades que dañan su calidad y rendimiento, dentro de ellas la enfermedad de mayor importancia es la Cercosporiosis causada por el hongo de la especie *Cercospora longissima*.

Existen diversas formas de aplicación de fertilizantes, el más reciente es la quimificación aplicada en el sistema de riego por goteo denominada fertirriego y soluciones para cultivos hidropónicos. Buscando alternativas para mejorar la nutrición de la planta, experimentamos formulaciones de soluciones de NPK mezclado con Ca, Zn, B y otros microelementos usando como fuente urea, superfosfato triple, cloruro de potasio y los foliares Fert ALL y Bayfolan, que fueron aplicados bajo el método de empapado a las raíces (fertirriego dirigido), conocidas actualmente como drench con la finalidad de aprovechar mejor los nutrientes, elevar los rendimientos y disminuir el daño de plagas y enfermedades.

II. OBJETIVOS

El presente trabajo de investigación se realizó con los objetivos siguientes:

- 2.1. Evaluar los efectos de diferentes formulaciones de macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg), micronutrientes (B, Zn, Fe, Cu, Mo, Co), vitaminas y hormonas de crecimiento aplicadas bajo el sistema de fertiriego en el rendimiento y calidad de la hoja de la lechuga en Lamas.
- 2.2. Evaluar la incidencia y severidad de la enfermedad *Cercospora* sp después de las aplicaciones de los macro y micro nutrientes.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DE LA LECHUGA

a. Temperatura

Según Cásseres (1966), Ciarco (1978), Smith y Hadley (1989), el cultivo de la lechuga es típico de climas frescos, requiere temperaturas medias de 15 a 18°C, con máximas de 21 a 24°C y mínimas de 7°C, oscilando la temperatura óptima de germinación entre 18-20 °C. Indican además, que durante la fase de crecimiento, el cultivo requiere temperaturas entre 14-18 °C en el día y 5-8 °C en la noche. A su vez en la etapa de formación de la cabeza requiere temperaturas en torno a los 12 °C en el día y 3-5 °C en la noche.

Los mismos Autores, mencionan que este cultivo es resistente a las temperaturas elevadas (hasta 30 °C); las bajas temperaturas hacen que las hojas se tornen de una coloración rojiza que se puede confundir con alguna carencia nutricional.

b. Humedad

La humedad relativa según Ciarco (1978), en el sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, siendo muy sensible a la falta de humedad y más aun periodo de sequía. El mismo autor indica que la humedad relativa recomendable para la lechuga está entre 60 al 80 %, aunque en determinados momentos soporta menos del 60 %.

Añez (1980), indica que el cultivo no tolera la falta de humedad en el suelo, sin embargo es importante drenar bien, de tal forma que el cuello de la planta no esté expuesto al agua, evitando así enfermedades de podredumbre del cuello.

c. Suelo

Los suelos preferidos por la lechuga según INFOAGRO (2003), Cásseres (1966), FUSAGRI (1976) y Añez (1980) son suelos ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje y con pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En cultivos de primavera INFOAGRO (2003), recomienda suelos arenosos, porque se calientan más rápidamente y permiten cosechas más tempranas. En cultivos de otoño, se recomiendan los suelos francos, ya que se enfrían más despacio que los suelos arenosos y en cultivos de verano es preferible los suelos ricos en materia orgánica, pues hay mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y el crecimiento de las plantas es más rápido

3.2. FERTILIZACIÓN

La lechuga es sensible a los excesos de abono principalmente al nitrógeno, por lo tanto es conveniente tener en cuenta las limitaciones de nitratos en hoja, que establecen algunos países de la comunidad europea. Así mismo, la Organización Mundial de la Salud fija la dosis media diaria admisible en nitratos en 5 mg/Kg de peso corporal. La aplicación de nitrógeno en forma de amonio reduce la concentración de nitratos en las hojas aproximadamente entre un 10 % y un 20%, Campos (2003)

Proporcionar suficiente fósforo al inicio del cultivo favorece el desarrollo de las raíces; el amonio favorece la asimilación del fósforo, sobre todo en suelos alcalinos y es exigente en potasio por que juega un papel importante en el cierre del cogollo, Campos (2003).

Otro elemento esencial en la nutrición es el magnesio, por que es el elemento central de la molécula de clorofila que interviene directamente en la síntesis de materia vegetal, siendo determinante para el nivel de producción de lechuga, Campos (2003).

Según Campos (2003), la lechuga es una especie que no requiere elevadas necesidades nutritivas, es sensible a la salinidad elevada del suelo, al cloro en el agua de riego, a pH bajos, a los desequilibrios nutricionales, a la carencia de Boro y Molibdeno; por su sistema radicular poco profundo es afectado por el exceso y la falta de agua; además requiere suelos con altos contenidos de materia orgánica.

Cásseres (1966), FUSAGRI (1976) y Añez (1980) coinciden que la utilización del estiércol es necesaria en dosis de 5 a 30 t/ha, dependiendo de las características del suelo y del estiércol, las aplicaciones deben hacerse días antes al inicio de la siembra, una conductividad de 3,4 mmhos/cm en el agua de riego produce una disminución de los rendimientos del 50%, síntomas necróticos en los bordes de las hojas y podredumbre del follaje; por lo tanto es recomendable aplicar abonos que sustituyan en sus fórmulas el cloruro potásico por sulfato potásico, a fin de garantizar un efecto salinisante mínimo,

evitando daños de fitotoxicidad provocados por el cloro y aporta un elemento necesario en la nutrición vegetal que es el azufre.

a. Fertiriego

Internacional Potash Institute (1990), indica que la aplicación de agua de riego con los fertilizantes, es una práctica que incrementa notablemente la eficiencia de la aplicación de nutrientes, obteniéndose mayores rendimientos y mejor calidad con una mínima contaminación del medio ambiente.

Tarchitzky y Magen (1997), informan que Israel es un ejemplo sin par en el uso de fertilizante por fertiriego. En 1996 un productor israelí aplicó un promedio de 115 Kg P_2O_5 /ha y 58 Kg K_2O /ha; Mas el 50 % del N y del P_2O_5 y 65 % del K_2O . Burt et al (1998), afirman que el fertiriego permite aplicar los nutrientes en forma exacta y uniforme al volumen radicular humedecido.

b. Fertilizantes para fertiriego

Internacional Potash Institute (1999), recomienda la aplicación directa de fertilizantes solubles a través del sistema de riego como: Nitrato de amonio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, urea, monofosfato de amonio, monofosfato de potasio, etc.

En sistemas intensivos, como invernaderos y sustratos artificiales, la solución nutritiva debe incluir calcio, magnesio y micronutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo), el hierro debe ser subministrado como quelato por que las sales del hierro son muy inestables en solución y se precipita fácilmente. En

caso de aguas duras, se debe tener en cuenta el contenido de Ca y Mg (Burt et al. (1998).

- **Fertilizantes simples**

Soluciones NK, PK y NPK, cristalinas con contenido entre 9 a 10 % de nutrientes (N, P_2O_5 , K_2O), a partir de urea, ácido fosfórico y KCl, pueden ser preparadas fácilmente por el agricultor en el campo, Lupin et al (1998). La solubilidad de los fertilizantes aumenta con la temperatura por ejemplo, a 10 °C las solubilidades de KCl, KNO_3 y K_2SO_4 son 31, 21 y 9 g/100 g H_2O (Elam et al 1995), mientras que el porcentaje de K_2O en la solución saturada de KCl, KNO_3 y K_2SO_4 , será 14.9, 8.1 y 4.6 5% (Wolf et al 1985)

Lupin et al (1996), informa que la mayoría de los fertilizantes absorben calor al ser disueltos, reduciendo la temperatura del agua, mientras que la dilución de ácido fosfórico en cambio produce una reacción exotérmica. Por esto conviene agregar primero ácido fosfórico para aprovechar el aumento de la temperatura y así facilitar la disolución de los fertilizantes agregados a continuación.

- **Compatibilidad entre fertilizantes**

La inyección de ácido fosforico en el sistema de riego, remueve bacterias y algas; luego de inyectado el sistema de riego deberá ser cuidadosamente lavado, Sneh (1995).

Fertilizantes sólidos compuestos y fertilizantes líquidos compuestos.

Hagin, Lowengart – Aicicegi (1999), recomienda que el nitrógeno debe estar en forma de nitrato de amonio, en una relación adecuada, y el potasio sobre la base de KCl, KNO_3 , K_2SO_4 . El mismo autor, afirma que no existe evidencia científica para preferir fertilizantes líquidos o sólidos en fertiriego, los factores a tener en cuenta son el costo, la comodidad, la disponibilidad de transporte, almacenamiento y fertilizantes en el mercado.

El crecimiento de la planta y el fertiriego

Zaidan y Avidan (1997) recomiendan que para programar correctamente el fertiriego debe conocerse el consumo de nutrientes a lo largo del ciclo del cultivo, que resulta en el máximo rendimiento y calidad. En cada etapa las concentraciones de N y K va aumentando, y la relación N:K va disminuyendo, ya que el potasio es absorbido en gran cantidad durante la etapa reproductiva del cultivo. En cuanto al régimen hídrico, los suelos naturales tienen una mayor capacidad de retención hídrica y mayor disponibilidad de agua, lo que permite intervalos de riegos muchos más largos (Zaidan y Avidan 1997).

- Fertilización foliar

Tuckey (1969), indica que la cutícula de los vegetales goza de propiedades absorbentes, en tal sentido, es posible suministrar elementos minerales a la planta por pulverizaciones de materias fertilizantes sobre las hojas.

Tuckey (1969), en estudios realizados usando isótopos radiactivos, probaron que los nutrientes se desplazan a través de la planta. Luego de ser aplicados a las hojas se encontró que el potasio y el sodio eran absorbidos rápidamente y eran altamente móviles; el fósforo, el azufre y el cloro eran absorbidos lentamente, pero movidos y transportados con rapidez. Se halló también que el magnesio, cinc, cobre y molibdeno eran ligeramente móviles; el calcio, estroncio, bario, hierro y manganeso fueron rápidamente absorbidos pero no se movieron de la hoja donde fueron aplicados.

El mismo autor menciona, que en general, la fertilización foliar es útil y su práctica va en aumento cada día, en virtud de que un número de factores favorables se han reunido al mismo tiempo para hacerlo posible.

Thompson (1962), indica que se comprobó que los elementos son absorbidos por la planta y que se mueven a través de ella con bastante libertad. Las cantidades pueden parecer pequeñas, pero esto se compensa con la alta eficiencia. Sin lugar a dudas es el método más eficaz de aplicar fertilizantes a las plantas que hasta el momento se ha descubierto.

El uso de la nutrición foliar es recomendable, cuando existen problemas que no se pueden resolver con la adición de nutrientes al suelo; por razones de economía y cuando se necesita una respuesta muy rápida.

Traves (1962), reporta que la cutícula es el primer obstáculo en la absorción foliar y su discontinuidad producida por insectos,

enfermedades, aspersiones y meteorización, pueden ser factores importantes en la absorción foliar.

3.3. ROL DE ALGUNOS ELEMENTOS MINERALES EN LAS PLANTAS

Gaudrón (1990), describe a los elementos de la siguiente manera:

a. Nitrógeno

Constituye un elemento básico en la estructura de las proteínas y aminoácidos; el rol fisiológico del nitrógeno es múltiple, influye en el crecimiento de la planta y el desarrollo. Determinando el balance vegetativo y reproductor de la planta de acuerdo a la proporción en que se hallan con relación a los compuestos hidrocarbonados.

b. Fósforo

El fósforo forma parte de azúcares fosforilados (hexosa-fosfatos), especialmente glucosa y fructosa fosfatos; estos compuestos son productos intermediarios en los procesos de fotosíntesis y respiración. A este proceso de conversión de los azúcares simples a azúcares fosforilizadas se le llama fosforilación. Mediante el proceso de fosforilación las hexosas se convierten en hexosas activadas, tal como puede observarse en la respiración.

Cuando hay deficiencia de fósforo, la síntesis de sacarosa y almidones disminuyen y se acumulan monosacáridos (azúcares simples); esto da lugar a la formación de antocianinas que son pigmentos que dan a la planta una coloración oscura. Por eso el color verde intenso que llega a veces de una

tonalidad casi morada, debido a la acumulación de estas antocianinas, es una característica de la falta de fósforo en las plantas.



Existe antagonismo del fósforo con el nitrógeno y el magnesio, desde el punto de vista práctico. Es necesario tener en cuenta un adecuado balance entre éstos elementos por que el exceso del uno restringe la absorción del otro, recíprocamente.

c. Calcio

Es imprescindible para el crecimiento de los vegetales. Desde el punto de vista metabólico participa en el balance de sodio, potasio, y magnesio; estimula la formación de ácidos orgánicos sobre todo ácido málico y cítrico; este último es de vital importancia en el ciclo de Krebs de la respiración.

Para Bowen y Kratky (1981), la fertilización foliar del Ca se usa en soluciones de sales como cloruro y nitrato de Ca a la dosis de 0,5 a 1 Kg de Ca por 100 l/ha, no exceder estas concentraciones pues hay peligro de "quemar" el follaje. Los factores que deben tener en cuenta son: costo del producto, tamaño de sus partículas y su disponibilidad; el calcio se traslada muy poco en la planta y debe aplicarse en los puntos donde es necesario. Miklos (1976), menciona que el calcio se transporta en el xilema de las plantas por medio de un sistema de conducción que funciona por intercambio de iones. Los iones de calcio se fijan o adhieren a las moléculas de lignina y se mueven únicamente cuando se presentan otros cationes de calcio o similares para remplazarlos.

d. Magnesio

Es esencial para la planta porque forma parte de la clorofila, que es indispensable para la fotosíntesis. Es un activador de muchas enzimas, en forma iónica cataliza muchos procesos fisiológicos especialmente respiratorio; además interviene en el enlace de cationes siendo muy antagónico al potasio, calcio y sodio.

El magnesio favorece la asimilación de nitrógeno y fósforo; así mismo se acumula mayormente en los órganos reproductivos, reemplaza al calcio en las semillas, formando fitatos de magnesio.

e. Boro

Es importante para la formación de nuevas paredes celulares, en el traslado de azúcares y quizás en la activación de algunas hormonas. Su falta reduce la floración e inhibe la fecundación y desarrollo de los frutos.

3.4. EFECTOS DE LOS MICROELEMENTOS EN LOS CULTIVOS.

Los microelementos en la planta descrita por Domínguez (1988), considera que son elementos trazas, oligoelementos, elementos menores que cumple en la planta un papel nutritivo indispensable en muy pequeña cantidad en los tejidos biológicos. Son actualmente reconocidos como nutrientes esenciales para las plantas superiores: Fe, Mn, Zn, Cu, B, y Mo, cantidades importantes se encuentran ligadas a la materia orgánica con asimilabilidad variable.

Linsdsay y Norvell (1972) citados por Domínguez (1988), realizaron estudios fundamentales sobre las relaciones de solubilidad de los microelementos en los suelos y la influencia de los fenómenos de quelación en relación a la

solubilidad y asimilabilidad, siendo su importancia variable; la absorción del B y Mo son la más correlacionadas con los contenidos del medio, mientras que el Mn y Zinc son dependientes de otros factores. Los factores más importantes de los suelos son: pH, la materia orgánica, la textura, la actividad microbiana, el régimen hídrico y drenaje, y las condiciones de oxidorreducción.

Touch (1948) citado por Domínguez (1988), menciona que el Mo, es el único que aumenta a medida que aumenta el pH. En cuanto a los elementos aniónicos el aumento del pH disminuye la disponibilidad del B pero esto no se manifiesta más que a partir del pH 6; por otra parte el Zn es afectado por el pH en forma media.

El Zn puede formar parte o ser cofactor de enzimas (anhidrasa carbónica, dehidrogenasas), también interviene en la síntesis de los ácidos nucleicos y de las proteínas, así como en el metabolismo de las auxinas (síntesis del triptófano). En cuanto al B, interviene en el crecimiento meristemático, migración y utilización de los glúcidos, metabolismo de los ácidos nucleicos y síntesis de proteínas, regula la actividad de las fitohormonas.

3.5. CAMBIOS DEL pH EN LA RIZOSFERA Y LA RELACIÓN NH_4/NO_3 EN LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

Feigin et al (1980), menciona que la disponibilidad óptima de todos los nutrientes están en el rango de pH de 6 a 6.5. El pH de la rizosfera determina la disponibilidad de fósforo, porque afecta los procesos de precipitación/solubilización y de absorción/desorción de los fosfatos; influye sobre la disponibilidad de micronutrientes (Fe, Zn y Mn) y la toxicidad de

algunos de ellos (Al y Mn). En la rizosfera es la relación NH_4/NO_3 en el agua de riego, especialmente en hidroponía, sustratos inertes y en medios con bajo poder buffer, como suelos muy arenosos.

Barber (1984), menciona que la forma de nitrógeno (NH_4^+) y (NO_3^-) absorbida por la planta determina el balance, cationes-aniones en la planta.

Neuman y Kafkafi (1980, 1983) afirman que la nutrición amoniacal produce un patrón de absorción catiónica basado principalmente en NH_4^+ , disminuyendo la absorción de otros cationes como Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^+ e induce la excreción radicular de H^+ al medio para mantener la electro neutralidad en la planta; la disminución de pH en la rizosfera puede causar toxicidad de Al y Mg, causando un efecto adverso en el crecimiento radicular y el desarrollo vegetal.

Marschner (1995), menciona que cuando el nitrógeno es proporcionado bajo la forma de nitratos, el anión NO_3^- es absorbido, y la planta absorbe más aniones que cationes para mantener el balance cationes/aniones; las raíces excretan OH^- al medio, aumentando así el pH de la rizosfera.

Avidan y Zaidan (1998, 1997) dicen que las plantas bajo nutrición con NO_3 presentan un mejor crecimiento incrementado los rendimientos, sin embargo la aplicación con 100 % del nitrógeno como nitrato puede aumentar el pH de la rizosfera a valores de más de 8, a estos valores el fósforo y los microelementos precipitan disminuyendo la posibilidad de estos nutrientes, por lo tanto, en la práctica se recomienda aplicar el nitrógeno en una relación 80/90 % de nitratos y 10/20 % de amonio, para mantener el pH de la rizosfera en valores óptimos.

3.6. EFECTO DE LA NUTRICIÓN DE LA PLANTA HOSPEDANTE.

Las condiciones ambientales, que son favorables para susceptibilidad en la infección de hongos está ampliamente tratada por Yarwood y Colhoum citado por Goodman et al., (1986), en el libro "Bioquímica y Fisiología de la planta enferma". Mencionan que la exposición de las plantas a las altas y bajas temperatura, altas o bajas intensidades de luz, alta o baja humedad del suelo, ante la inoculación puede incrementar o decrecer su susceptibilidad de diversos hongos patógenos. Altos niveles de nitrógeno en el suelo usualmente favorecen el desarrollo de hongos biotróficos, como las royas y mildius; en otros casos, altos niveles de nitrógeno reducen el desarrollo de las enfermedades, impidiendo la infección por hongos necrotrofos: ***Alternaria***, ***Septoria***, ***Fusarium***, ***Colletotrichum***, ***Cladosporium***, ***Helminthosporium***, ***Botrytis*** etc. porque incrementa tejidos jóvenes. El estado juvenil de los tejidos del hospedante favorece el crecimiento de los hongos biotróficos, pero no es favorable para los hongos necrotrofos y/o para el desarrollo de la enfermedad con síntomas necróticos.

Altos contenidos de fósforo, calcio y potasio son contradictorios, reduciendo la infección de diversos hongos.

Goodman et al (1986), mencionan que los estados tardíos del desarrollo de la enfermedad, el total del contenido de nitrógeno en los órganos de la planta infectada por hongos usualmente decrecen. Como una regla, un decrecimiento del contenido del nitrógeno es asociado con la degradación de las proteínas, debido al rompimiento de la estructura celular de tejidos infectados y correlaciona con la actividad protiolítica de las enzimas. Al mismo tiempo decrece, las diaminasas y las diamidasas también puede ser activado dentro de

los tejidos, como consecuencia la liberación del contenido de amonio se incrementa en los tejidos

Agrios (1985), afirma que el *Fusarium spp.* aumenta su severidad cuando se aplica fertilizante en forma de amonio. Al parecer el fósforo aumenta la resistencia de la planta al mejorar su equilibrio de nutrientes o al acelerar la madurez del cultivo, permitiendo que escape de la infección de los patógenos que prefieren los tejidos. El potasio tal parece que afecta directamente las diferentes etapas del establecimiento y desarrollo del patógeno en el hospedante, indirectamente, la infección al promover la cicatrización de las heridas. Al aumentar la resistencia de la planta a los daños causado por heladas y retardar la madurez y la senescencia de algunos cultivos, más allá de los periodos en los que la infección causada por ciertos parásitos facultativos puede causar graves daños. El calcio reduce la severidad de varias enfermedades causada por los patógenos de la raíz y/o tallo, como los hongos *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, y *Botrytis*, el hongo de los marchitamientos, *Fusarium oxysporum*. La severidad de la marchitez del tomate por *Fusarium* aumenta por la presencia de altas concentraciones de hierro o manganeso, así como el mosaico del tabaco en el tomate debido a los altos niveles de manganeso.

3.7. DE LA ENFERMEDAD CERCOSPORIOSIS DE LA LECHUGA

Agrios (1995), menciona que las enfermedades casi siempre son manchas foliares, el cual se mantiene relativamente pequeño y aislado o que incluso pueden extenderse y coalescer dando como resultado tizones foliares. Por lo general estas enfermedades se encuentran ampliamente distribuidas y entre las

plantas que con mayor frecuencia afectan, se encuentran las hortalizas, gramíneas, plantas ornamentales, etc.

Las enfermedades causadas por *Cercospora spp* casi siempre son manchas foliares que se mantienen relativamente pequeñas o que incluso pueden extenderse y coalescer dando como resultado tizones foliares, las cuales producen posteriormente marchitamiento, muerte y severa defoliación de la planta. Las manchas foliares son pequeñas, cafés, de un diámetro de 3 - 5 mm e irregularmente circulares con márgenes de color púrpura rojiza. Mas tarde su parte central adquiere un color gris ceniciento, se adelgaza y puede desprenderse dejando un hueco irregular. Esta enfermedad empieza sobre las hojas viejas y progresivamente avanza hacia las hojas jóvenes (Agrios 1996 y Fax 1999)

Las condiciones climáticas óptimas para la infección de la mancha foliar son días con temperaturas de 24 a 32°C, noches con temperaturas por encima de los 16°C y humedad relativa mayor de 60%. Se puede esperar epidemias severas cuando la humedad relativa permanece por encima de los 96 % por 10 a 12 horas al día en un lapso de 3 a 5 días y si la temperatura permanece mayor a 16°C. Las esporas de la *Cercospora* son producidas fácilmente en temperaturas de 20 a 26°C y humedad relativa de 90 a 100 %, Las esporas no llegan a formarse en temperaturas menores de (Fax 1999).

Bajo condiciones favorables, los síntomas de la enfermedad pueden ocurrir a los 5 días después de la infección, produciendo más esporas en los siguientes

5 días. La enfermedad se extiende de planta a planta por la salpicadura de las gotas de lluvia, viento, agua de riego e insectos (Lorrente 1997 y Fax 1999)

Características generales del patógeno

El género *Cercospora* presenta colonias efusas mostrando micelio inmerso mayormente. Estroma a menudo presente pero no grande, cepas e hyfopodia ausentes. Conidióforos macronematosos, mononematosos, estrechos y flexuosos, algunas veces geniculados, no ramificados ó raramente ramificados. De color marrón oliváceo ó marrón, cerca de; ápice pálido, liso. Células conidiógenos integrados terminales, poliblasticos, simpodial, cilíndricos, cicatrizados, con cicatrices generalmente conspicuas. Conidia solitaria, acropleurogenas, simples, o clavadas ó subclavada coloreadas, pálidas pluriseptadas lisas (Ellis 1971).

Lorrentes (1997) y Fax (1999), afirman que durante una alta humedad, estructuras llamadas estroma se desarrollan dentro de las lesiones, que son los sitios donde favorecen la producción del inoculó. La enfermedad se disemina por esporas llamadas Conidias. Las conidias son producidas por estructuras especializadas llamadas Conidióforos y éstas a su vez por los estromas. La conidia germina y penetra en las hojas hospedantes a través del estroma

Ellis (1976) menciona que la colonia de *Cercospora* en el medio PDA es de color castaño oscuro, Los conidióforos son de color castaño pálido, fasciculados y miden de 20-70 x 3-5 μ . La conidia es pajizo pálido son lisas y a veces ásperas, Tiene de 7-30 septas y miden de 70-220 x 4-5 μ .

Agrios (1995), menciona que este hongo produce conidias largas delgadas, multicelulares, de incoloro a oscuro. Los conidióforos del hongo, agrupados en racimos, sobresalen de la superficie de la planta a través de los estomas y forman conidios una y otra vez sobre los nuevos ápices en proceso de crecimiento de la planta

Latorre (1999), menciona que las manchas foliares de algunas plantas, como el tomate, son pequeñas, color café, de un diámetro de 3 a 5 mm e irregularmente circulares, con márgenes de color púrpura rojiza. Mas tarde su parte central adquiere un color gris ceniciento, se adelgaza, adquiere un aspecto quebradizo y puede desprenderse dejando un hueco irregular, aunque existe la posibilidad de que las manchas puedan coalescer y producir grandes zonas necróticas.

Latorre (1999), reporta que el hongo es favorecido por las altas temperaturas, de ahí que sea más destructivo en los meses de verano y en los climas más cálidos. El hongo inverna en semillas y en hojas afectadas ya maduras en forma de diminutos estromas negros.

Agrios (1995), indica que mediante el uso de semillas libres del patógeno, rotación de cultivos, aspersiones de fungicidas como: benomil, dyrene, clorotamil, caldo bórdales, maneb, dodine y muchos otros.

3.8. TRABAJOS REALIZADOS EN LECHUGA

Aguirre *et al* (1994), realizaron en la Estación Experimental Bajo Seco, de la Facultad de Agronomía, U.C.V., Caracas (Venezuela), con temperatura promedio de 15.8°C. La precipitación media anual es 883.8 mm. La pendiente

varió entre 25-35%, el suelo está clasificado dentro de los Ultisoles, con un horizonte superficial entre 10 y 20 cm de espesor con textura franco arcillosa, bien drenado y de baja fertilidad natural, pH moderadamente ácido. Se transplantó a una distancia de 30 x 30 cm, regando de acuerdo a las condiciones ambientales de la zona.

Los fertilizantes usados en el ensayo fueron: úrea, superfosfato triple, cloruro de potasio y estiércol de pollo con aproximadamente 1.52% de N, 7.88% P_2O_5 y la dosis de fertilizantes químicos y orgánicos usados en el experimento sólo promovieron incrementos lineales en el rendimiento, siendo favorecido éste por el uso de 22,5 t/ha de materia orgánica combinada con dosis de nitrógeno entre 50 y 150 Kg/ha y con fósforo entre 10 y 30 Kg/ha de P_2O_5 y potasio en dosis de 100 a 300 Kg/ha de K_2O .

Goicoechea (1996), en un trabajo de investigación desarrollado en el distrito de la Banda de Shilcayo – San Martín, obteniendo rendimientos con los fertilizantes foliares Harvest More 4 kg/ha y Grow More 4 kg/ha, Harvest More 6 kg/ha y Grow More 6 kg/ha, con rendimientos que variaron de 18.05, 17.85, 17.67 y 17.54 TM/ha., ocupando el último lugar el testigo (sin fertilizante foliar) con 14.00 TM/ha. Estos mismos tratamientos obtuvieron los mayores diámetros de cabeza de lechuga con 12.06, 11.66 y 11.57 cm./cabeza respectivamente. En cuanto a la altura de planta Harvest More 6 kg/ha obtuvo mayor altura 15.14 cm., y el testigo con 12.88 cm.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del Experimento

El presente trabajo se desarrolló en los meses de mayo a junio del año 2004, en el campo hortícola denominado "Fundo el Retorno" de propiedad del Ing. Jorge Peláez Rivera cuya ubicación es la siguiente:

Ubicación Política

Sector	:	Remoyacu
Distrito	:	Lamas
Provincia	:	Lamas
Región	:	San Martín

Ubicación Geográfica

Latitud Sur	:	6° 20' 15"
Longitud Oeste	:	76° 30' 45"
Altitud	:	814 m. s. n. m.

4.2. Características climáticas

Según el sistema de clasificación de HOLDRIDGE (1984), la zona de vida está ubicada dentro del Bosque seco tropical, Selva Alta del Perú, precipitación promedio anual de 1 200 mm y temperatura media de 24° C. La información sobre las condiciones climáticas durante la ejecución del trabajo se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1: condiciones climáticas durante la ejecución del trabajo (marzo – junio del 2004).

Mes	Temperatura °C			Precipitación mm	Humedad Relativa %
	Mínima	Media	Máxima		
Marzo	20.40	23.40	28.70	125.00	80.00
Abril	20.00	23.60	27.20	172.00	84.00
Mayo	20.10	23.30	27.90	65.30	84.00
Junio	20.00	22.90	27.70	107.90	84.00
Total	80.50	93.20	111.5	470.20	332.00
Promedio	20.13	23.30	27.88	117.55	83.00

FUENTE: Servicio de Meteorología e Hidrológica (SENAMHI) Administración Lamas

8.1. Características del suelo

Para poder explicar con mayor claridad los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación y por haberse observado diferencias notables entre los bloques, luego de haber realizado pruebas visuales y rutinarias en cuanto a la diferencia de pendiente y compactación del suelo, materia orgánica diferente a los demás bloques, se optó por realizar dos análisis de suelo. El primer análisis se realizó para todo el experimento (cuadro 2) y el segundo análisis se hizo sobre el IV bloque (cuadro 3).

El suelo en mención presenta una textura franco arcillo arenosa, con pH ligeramente ácido (6.13), contenido medio de materia orgánica (2.94%), contenido medio de fósforo disponible (8 ppm), contenido medio de potasio intercambiable (0.19 meq/100 g), contenido bajo Calcio + Magnesio intercambiable (6.5 meq/100 g) y contenido de nitrógeno medio (0.1176%).

En lo que respecta al análisis del IV bloque, se tiene que el suelo presenta una textura franco arenosa, con un pH ligeramente ácido (5.57), contenido

medio de materia orgánica (2.12%), bajo contenido de fósforo disponible (5 ppm), contenido medio de potasio intercambiable (0.22 meq/100 g), contenido bajo de Calcio + Magnesio intercambiable (6.0 meq/100 g) y contenido de nitrógeno medio (0.1176%). Los respectivos análisis de suelo se presentan en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2: Resultados del análisis Físico-Químico del suelo, a la preparación del Terreno.

PARÁMETRO	RESULTADOS		INTERPRE.	METODO
	Unidades	Kg/Há		
Textura			Frc arcillo aren	Hidróm. de Boyou
Arena	62.8%			
Arcilla	23.6%			
Limo	13.6%			
D.a.	1.5.g/cm ³			Peso/Volumen
C.E.	1.15 mmhos		Bajo	Conductímetro
PH	6.13		Ligera / ácido	Potenciómetro
Materia orgánica	2.94%		Medio	Walkley Black Mod.
Fósforo disponible	8.0 ppm	24.0	Medio	Acido Ascórbico
Potasio intercambiable	0.19me/100g	133.0	Medio	Tetra Borato
Ca + Mg Intercamb.	6.5 me/100g		Bajo	Titulación EDTA
Nitrógeno	0.1176%	110.0	Medio	Cálculo

FUENTE: U.N.S.M. Facultad de Ciencias Agrarias, Laboratorio de Análisis Físico Químico de Suelos y Agua de Regadío año 2004.

Cuadro 3: Resultados del análisis Físico-Químico del suelo, IV Bloque.

PARAMETRO	RESULTADOS		INTERPRE.	METODO
	Unidades	Kg/Há		
Textura	62.4%		Frc arcillo aren	Hidróm. de Boyou
Arena	33.6%			
Arcilla	4.0%			
Limo	1.5.g/cm ³			
D.a.	0.33 mmhos		Bajo	Peso/Volumen
C.E.	5.57		Ligera / ácido	Conductímetro
PH	2.12%		Medio	Potenciómetro
Materia orgánica	5.0 ppm	15.0	Bajo	Walkley Black Mod.
Fósforo disponible	0.22me/100g	257.0	Medio	Acido Ascórbico
Potasio intercambiable	6.0 me/100g		Bajo	Tetra Borato
Ca + Mg Intercamb.	0.0954%		Medio	Titulación EDTA
Nitrógeno				

FUENTE: U.N.S.M. Facultad de Ciencias Agrarias, Laboratorio de Análisis Físico Químico de Suelos y Agua de Regadío año 2004.

8.2. Diseño y Características del Experimento

4.2.1. Diseño del experimento

Para el presente experimento se utilizó un Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR), con 7 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos y distribución en los bloques se presenta en el cuadro 4.

Cuadro 4: Niveles de fertilización de N, P₂O₅ y K₂O, combinado con Fert all y Bayfolan estudiados.

Clave	Tratamientos	Distribución En Los Bloques			
	N – P ₂ O ₅ – K ₂ O (g/l)	I	II	III	IV
T ₁	8-16-8 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	103	207	302	405
T ₂	16-24-16 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	106	204	305	403
T ₃	24-32-24 + 2 ml Fert All + 2ml Bayfolan	105	203	306	401
T ₄	17-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	104	202	307	406
T ₅	15-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	107	201	303	404
T ₆	30-0-0	102	206	301	407
T ₇	0-0-0	101	205	304	402

El análisis de varianza se presenta en el cuadro 5.

Cuadro 5: Análisis de varianza para el siguiente experimento.

Fuente de variabilidad	G. L.
Bloques ($r - 1$)	6
Tratamientos ($t - 1$)	3
Error ($(r - 1)(t - 1)$)	18
Total $rt - 1$	27

4.2.2. Características del campo experimental.

Campo experimental

Área total	:	294 m ²
Largo	:	14 m
Ancho	:	21 m
N° de Bloques	:	4 unidades
N° de Parcelas	:	28 unidades

Bloque

Área total	:	52,5 m ²
Largo	:	21 m
Ancho	:	2,50 m
N° de parcela por bloque	:	7 unidades
Separación entre bloque	:	1,00 m

Parcela

Área total	:	5,00 m ²
Largo	:	2,50 m
Ancho	:	2,00 m
Área neta	:	2,68 m ²
Separación entre Parcela	:	1,00 m
N° de filas por parcela	:	5 filas
Distanciamiento entre filas	:	0,50 m
Distanciamiento entre plantas	:	0,30 m

4.3. Conducción del experimento**4.3.1. Limpieza del terreno**

Utilizando lampa se procedió a eliminar las malezas del campo, con ayuda del rastrillo se reunió las mismas, colectamos en mantas y transportamos fuera del terreno experimental; luego se dejó enmalezar por dos semanas y se realizó la segunda limpieza del campo para eliminar malezas que emergieron, labor realizada con la finalidad de reducir la población de malezas en el campo definitivo.

6.2.1. Preparación del terreno

El suelo se removió hasta 15 cm de profundidad en forma manual, utilizando lampa.

4.3.2. Parcelado

Una vez removido el suelo se procedió al parcelado del campo experimental dividiendo en cuatro bloques, cada bloque con 7 tratamientos, sumando un total de veintiocho parcelas.

4.3.3. Mullido

Luego del roturado y parcelado del suelo se procedió al mullido de las parcelas, con la ayuda del rastrillo, dejándolo en óptimas condiciones para el sembrado.

6.2.2. Siembra

Después del mullido, se procedió a la marcación del terreno mediante el tendido de nylon, de extremo a extremo, dejando exactamente el punto de intersección para el sembrado de la semilla que fue de 0,50 m entre hileras y 0,30 entre plantas, los hoyos se ejecutaron con una madera de punta roma llamado tacarpo, en cada hoyo se sembró de 8 a 10 unidades de semillas.

4.3.4. Aplicación de insecticida.

Una vez sembradas las semillas se procedió a la aplicación de insecticida organosfosforado denominado metamidophos a razón 3 ‰ (30 ml/10 l de agua), para la protección de la semilla contra especies de insectos del género *Acromirmex*. Posteriormente se aplicó la misma dosis del insecticida a los 30 días de la siembra, para combatir principalmente especies del género *Diabrotica*.

4.3.5. Control de malezas.

Se eliminó las malezas con sumo cuidado, evitando afectar las plántulas. Las malezas cortadas se transportaron en mantas fuera del campo experimental, se realizó tres desmalezados a los 9, 30, 43 días después de la siembra

4.3.6. Recalce.

Se realizó el recalce a los ocho días después de la siembra en los hoyos donde no germinaron las semillas, debido a problemas externos.

4.3.7. Desahije.

Se efectuó a las dos semanas después de la siembra dejando una sola planta por mata, lógicamente la más vigorosa.

6.2.3. Fertilización con soluciones nutritivas.

En el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, se procedió al pesado de los fertilizantes de los diferentes tratamientos en balanza analítica; utilizando Urea, Superfosfato Triple de Calcio y Cloruro de Potasio como fuente de NPK. Antes de proceder a la disolver los fertilizantes, el fósforo fue molido en molino para obtener partículas más finas con la finalidad de facilitar su disolución. Cada formulación de NPK fue sometida a 500 ml de agua, dos días antes de la cada aplicación; el día de la aplicación se adicionaba 4,3 l de agua más las 2 ml de bayfolan y 2ml de Fert-All por litro de solución. Se realizó tres aplicaciones a 10, 20 y 30 días después de la siembra de acuerdo a los tratamientos establecidos en el cuadro 4; las

aplicaciones fueron dirigidas en un radio que fluctuó entre 2 a 5 cm del cuello de raíz de las plantas con la solución de NPK mas dos fertilizantes foliares (bayfolan, Fert-all), dosificado a 30 ml por planta. Por cada tratamiento se aplicó un total de 4.8 l de las soluciones que fueron materia de estudios.

La fuente de los fertilizantes:

Nitrógeno : Urea de 46 % N

Fósforo : Superfosfato triple de calcio (46 %)

Potasio : Cloruro de potasio 60 % K

Ferti-all : Ca 12 %, B 1 % y Zn 1 %

Bayfolan : N 110 g/l, P₂O₅ 80 g/l, K₂O 60 g/l, Fe 190 mg/l, Mg 162 mg/l, B 102 mg/l, Cu 81 mg/l, Zn 61 mg/l, Mo 9 mg/l, Co 3,5 mg/l, adicional vitamina B1 y hormonas de crecimiento 4 ppm)

Cuadro 6: Total de fertilizante por aplicación.

Trata	Elementos Mayores en g/l					Elementos Menores en g/l				
	Urea	SPT	CIK	Ca	Mg	Fe	B*	Cu	Zn*	Mo
T ₁	08,70	18.00	06.60	1,15	1,55	1,82	1,08	0,78	0,69	0,086
T ₂	17.00	27.00	13.00	1,15	1,55	1,82	1,08	0,78	0,69	0,086
T ₃	26.00	36.00	20.00	1,15	1,55	1,82	1,08	0,78	0,69	0,086
T ₄	18.00	36.00	13.00	1,15	1,55	1,82	1,08	0,78	0,69	0,086
T ₅	16.00	36.00	13.00	1,15	1,55	1,82	1,08	0,78	0,69	0,086
T ₆	33.00	---	---	1,15	1,55	1,82	1,08	0,78	0,69	0,086
T ₇	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

* Las dosis boro y zinc es la sumatoria de las fuentes: Fert-all y Bayfolan

Cuadro 7: Total de fertilizantes en las tres aplicaciones.

Trata	Elementos Mayores en g/l					Elementos Menores en g/l				
	Urea	SPT	CIK	Ca	Mg	Fe	B*	Cu	Zn*	Mo
T ₁	26.10	54.00	19.80	3,45	4,65	5,46	3,24	2,34	2,07	0,26
T ₂	51.00	81.00	39.00	3,45	4,65	5,46	3,24	2,34	2,07	0,26
T ₃	78.00	108.0	60.00	3,45	4,65	5,46	3,24	2,34	2,07	0,26
T ₄	54.00	108.0	39.00	3,45	4,65	5,46	3,24	2,34	2,07	0,26
T ₅	48.00	108.0	39.00	3,45	4,65	5,46	3,24	2,34	2,07	0,26
T ₆	99.00	---	---	3,45	4,65	5,46	3,24	2,34	2,07	0,26
T ₇	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

* Las dosis boro y zinc es la sumatoria de las fuentes: Fert-all y Bayfolan

Cuadro 8: Descripción del total de elementos mayores del bayfolan/lt.

TRATAMIENTOS	Elementos Mayores de Bayfolan g/l		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
T ₁	2.32	1.73	0.98
T ₂	2.32	1.73	0.98
T ₃	2.32	1.73	0.98
T ₄	2.32	1.73	0.98
T ₅	2.32	1.73	0.98
T ₆	2.32	1.73	0.98
T ₇	---	---	---

Fuente: Elaboración Propia

6.2.4. Riego

Se efectuó tres veces por día desde el día de la siembra hasta la cosecha, todo esto para mantener la humedad del suelo, porque el

cultivo requiere de constante humedad. En épocas de lluvias no se realizaron riegos.

6.2.5. Cosecha.

Se realizó en forma manual a los 47 días, cuando las plantas alcanzaron las condiciones óptimas (150 a 300 g/planta, en plena formación de cabezas, sin sabor amargo y hojas suculentas), como el mercado requiere. Las plantas cosechadas de cada parcela experimental se pesaron en balanza reloj.

4.4. Evaluaciones registradas

a. Altura de la planta a la cosecha

Al momento de la cosecha Se evaluó 10 plantas por tratamiento, midiéndola con wincha metálica desde el cuello de la raíz hasta la punta de la yema terminal del tallo.

b. Diámetro de copa

El diámetro de la copa se midió en forma de "x", utilizando una wincha metálica graduada, luego se promedió a realizar las dos mediciones, con este resultado se procedió al análisis estadístico.

c. Rendimiento Kg/ha

De la parcela neta se pesaron 12 plantas, utilizando una balanza reloj, resultado que fue convertido a Kg/ha.

d. Incidencia de la cercosporiosis 45 días después de la siembra de la lechuga

A los 45 se observaron plantas con hojas manchadas con cercosporiosis, determinándose: incidencia en hojas, porcentaje de hojas enfermas por planta según grado de infección y promedio ponderado de infección en cada tratamiento.

Cuadro 9: Niveles del grado de severidad.

Grado	Descripción
0	Sin manchas
1	1 – 3 manchas
2	Menos de 5% hojas manchadas
3	De 10 – 15 % hojas manchadas
4	De 15 – 30 % hojas manchadas
5	30% a más hojas manchadas

Fuente: Propia.

La fórmula para calcular la incidencia de la enfermedad en hojas es:

$$I = \frac{NHE}{NHT(NHS + NHE)} \times 100$$

I = Incidencia %
 NHE = Número de hojas enfermas por planta
 NHT = Número de hojas totales (sumatoria de hojas sanas y enfermas).

e. Análisis Económico

Se determinó en base a los rendimientos, precio y costo de producción del cultivo. Calculándose el Beneficio Bruto (S/.), el Beneficio Neto (S/.) y la Relación B/C.

$$B.B = Rdto \times Precio / Kg$$

$$B.N. = B.B. - CostoP.$$

$$B/C = \frac{B.B.}{CostoP.}$$

Donde:

B.B. = Beneficio Bruto

B.N. = Beneficio Neto

Rdto = Rendimiento

Costo P. = Costo de producción

B/C = Relación Beneficio Costo

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en cuadros y gráficos, seguidamente de su interpretación y discusión respectiva de cada parámetro evaluado.

5.1. Altura de la planta A LA COSECHA.

Cuadro 10: Análisis de varianza para la altura de planta a la cosecha.

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Significación
Bloque	3	6,961	2,320	3,33	*
Tratamientos	6	18,702	3,117	4,47	**
Error	18	12,546	0,697		
Total	27	38,209			

C.V.: 4,73 %

R^2 : 67,71 %

\bar{x} : 17,65 cm

En el cuadro 10, se aprecia los resultados del análisis de varianza para la altura de planta a la cosecha obtenido en el experimento, observándose que hubo diferencias significativas entre bloques, y altamente significativa entre tratamientos. La significancia encontrada en bloques nos permite inferir que, existió gran variabilidad en cuanto al suelo, su fertilidad y textura fueron distintos en los bloques, el diseño empleado se usó correctamente, ya que nos permitió detectar la heterogeneidad del suelo, producto de la cual se presentó desarrollo de la plantación en forma desuniforme ocasionado por diferencia en cuando a capacidad fértil del suelo, siendo mayor en 3 bloques y deficiente en 1 bloque,. En este caso se puede afirmar que las diferencias son debido a las condiciones del suelo, sean estas físicas y/o químicas, el cual se corrobora con

los respectivos análisis de suelo ya que para complementar el estudio se hizo un análisis del bloque IV, posterior al análisis de todo el experimento, también por observación se pudo constatar que la profundidad efectiva del suelo era abismalmente inferior a la de los demás tratamientos.

La alta significancia de los tratamientos puede deberse a la alta variabilidad entre tratamientos debiéndose estos muy posiblemente a los fertilizantes aplicados.

Cuadro 11: Prueba múltiple de Duncan para la altura de lechuga al momento de la cosecha.

Clave	Descripción	Promedio de Altura en cm.	Significancia
T ₆	30-00-00	18.78	A
T ₁	08-16-08 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	18.53	A
T ₂	16-24-16 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	18.30	A
T ₇	00-00-00	17.58	a b
T ₅	15-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	16.98	B
T ₄	17-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	16.75	B
T ₃	24-32-24 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	16.68	B

En el cuadro 11, donde se presenta la prueba de rangos múltiples de Duncan, se observa diferencias significativas, donde las alturas promedios de la lechuga fluctuaron entre 18.78 cm a 16.68 cm, siendo el promedio general de 17.65 cm. El tratamiento T₆ obtuvo la mayor altura de planta con 18.78 cm; siendo igual a los tratamientos T₁, T₂, y T₇ que presentaron alturas de 18.53 cm, 18.30 cm y 17.58 cm respectivamente, pero diferenciándose de los tratamientos T₅, T₄ y T₃ con promedios de 16.98 cm, 16.75 cm y 16.68 cm respectivamente, siendo este último tratamiento el que obtuvo la menor altura de planta.



Estos resultados nos permiten deducir que existió influencia del fertilizante aplicado sobre la altura de planta. Se nota claramente que la formulación del T6 (30-00-00) obtuvo un mayor desarrollo de altura de planta, esta versión es reafirmada por Gaudrón (1990), cuando manifiesta que el nitrógeno tiene un rol fisiológico múltiple e influye en el crecimiento de la planta. Es muy posible que los tenores medios de nitrógeno reportados en el análisis de suelo hayan contribuido de alguna manera a que el testigo sin ninguna formulación, haya alcanzado una altura normal con respecto al promedio general.

Por su parte Goicoechea D., E. (1996), con esta misma variedad de lechuga y bajo condiciones similares obtuvo alturas de 15.14 cm y el testigo sin fertilizante foliar obtuvo 12.88 cm, pero no obtuvo un mayor rendimiento con la mayor altura; lo que no concuerda con nuestro trabajo desarrollado por haber obtenido mayores alturas, pero no necesariamente el mayor rendimiento se obtuvo con estos tratamientos.

5.2. Diámetro de copa (cm).

Cuadro 12: Análisis de varianza del diámetro de copa expresado en cm.

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Significación
Bloque	3	46,852	15,617	4,74	*
Tratamientos	6	35,114	5,852	1,77	N. S.
Error	18	59,360	3,297		
Total	27	141,326			

C.V.: 4,63 %

R^2 : 57,99 %

\bar{x} : 39.26 cm

En el cuadro 12, se muestra los resultados del análisis de varianza para el diámetro de copa obtenido en el experimento, observándose que hubo diferencias significativas entre bloques, y no significativa entre tratamientos. Entonces podemos reafirmar que las diferencias relativas son debido a las condiciones del suelo, ya que presentaron diferencias químicas y texturales en cuanto a disponibilidad de nutrientes y compactación del mismo, es posible que las diferencias en cuanto al diámetro de copa hayan sido influenciados relativamente por la diferencia física del suelo, obteniéndose mayor desarrollo en los bloques con suelo sin problemas de compactación lo que permitió una mayor utilización de los nutrientes aplicados en drench, pero sin mostrar diferencia estadística relevante sean estas físicas y/o químicas, el cual se corrobora con los respectivos análisis de suelo ya que para complementar el estudio se hizo un análisis del bloque IV, posterior al análisis de todo el experimento, también por observación como en el caso anterior se pudo constatar que la profundidad efectiva del suelo era inferior al de los demás tratamientos.

La diferencia significativa de bloques (cuadro 12), se debe a los contenidos nutricionales; existiendo mayor diámetro de copa en los bloques I, II y III, por que contenían mayor cantidad de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio comparando con el bloque IV (cuadro 20), tal como nos demostró los análisis de suelo (cuadros 2 y 3).

Cuadro 13: Prueba múltiple de Duncan para el diámetro de copa de la lechuga al momento de la cosecha expresado en cm.

Clave	Descripción	Promedio de Diámetro de copa en cm.	Significancia
T ₃	24-32-24 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	40.58	a
T ₄	17-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	40.35	a
T ₆	30-00-00	39.90	a
T ₂	16-24-16 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	39.65	a
T ₅	15-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	39.08	a
T ₁	08-16-08 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	37.65	a
T ₇	00-00-00	37.63	a

El cuadro 13, se presenta la prueba de rangos múltiples de Duncan, donde no se observa diferencias significativas, donde los diámetros promedios de la copa de lechuga fluctuaron entre 40.58 cm a 39.65 cm, siendo el promedio general de 39.26 cm. El tratamiento T₃ obtuvo el mayor diámetro de copa de planta de lechuga con 40.58 cm; pero siendo igual estadísticamente a los demás tratamientos. Por su parte el tratamiento T₇ fue el que obtuvo la menor altura de planta con 37.63 cm de diámetro de copa.

Estos resultados nos permiten deducir que no existió influencia del fertilizante aplicado sobre el diámetro de copa. Se nota claramente que la formulación del T₃ (24-32-24 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan) obtuvo un mayor desarrollo de diámetro de copa, pero la diferencia con respecto a los demás tratamientos solamente fue numérica y no estadística. Indicándonos que los promedios del diámetro de la copa en las plantas de los diferentes tratamientos fueron

similares en esta evaluación, no siendo por tanto un buen indicativo para determinar niveles de fertirriego. Los resultados obtenidos difieren de los obtenidos por Goicoechea D., E. (1996), quien obtuvo los mayores diámetros de cabeza de lechuga con 12.06, 11.66 y 11.57 cm./cabeza respectivamente, pero sin encontrar diferencia estadística entre los tratamientos.

5.3. Rendimiento de lechuga fresca (Kg/ha)

Cuadro 14: Análisis de varianza para el rendimiento de lechuga expresado en Kg.

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Significación
Bloque	3	3,130	1,043	11,88	**
Tratamientos	6	1,167	0,194	2,21	N. S.
Error	18	1,580	0,087		
Total	27	5,876			

C.V.: 11,48 %

R^2 : 73,40 %

\bar{x} : 2,580 Kg/parcela

El cuadro 14, nos muestra los resultados del análisis de varianza para el rendimiento de lechuga fresca en Kg/ha obtenido en el experimento, el mismo que reporta diferencias altamente significativas entre bloques, y no significativa entre tratamientos.

La alta significancia entre bloques nos permite inferir que existió una gran variabilidad en cuanto a la respuesta de las plantas respecto a los bloques, variando el rendimiento sustancialmente en los demás bloques, es claro notar que hubo una mayor disponibilidad de nutrientes en los bloques que no presentaron problemas de compactación ni desnivel, en cuanto al suelo.

Reafirmando como en parámetros anteriores que las diferencias son debido a las condiciones del suelo, sean estas físicas y/o químicas.

El rendimiento de lechuga, resultó altamente significativo entre los bloques, por que la parte alta de la terraza fue mas compacta y con menos materia orgánica (parte alta MO = 2.12%, parte baja MO = 2.94%), correspondiendo la parte baja bloque I, II y III , parte alta bloque IV (cuadro 2 y 3).

Cuadro 15: Prueba múltiple de Duncan para el rendimiento de lechuga en Kg/Há.

Clave	Descripción	Promedio Rendimiento Kg/Há	Significancia
T ₅	15-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	17307.69	a
T ₂	16-24-16 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	15976.33	a
T ₃	24-32-24 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	15902.37	a
T ₁	08-16-08 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	15014.79	a
T ₆	30-00-00	15014.79	a b
T ₄	17-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	14497.04	a b
T ₇	00-00-00	13165.68	b

En el cuadro 15, se presenta la prueba de rangos múltiples de Duncan, se observa diferencias significativas, donde los rendimientos promedios de la lechuga fluctuaron entre 17307.69 Kg/Há a 13165.68 Kg/Há, siendo el promedio general de 15268.38 Kg/Há. El tratamiento T₅ obtuvo el mayor rendimiento con 17307.69 Kg/Há; siendo igual a los tratamientos T₂, T₃, T₁, T₆ y T₄ que presentaron rendimientos de 15976.33 Kg/Há, 15902.37 Kg/Há, 15014.79 Kg/Há, 15014.79 Kg/Há y 14497.04 Kg/Há respectivamente, pero

diferenciándose estadísticamente del tratamiento T₇ que rindió 13165.68 Kg/Há, siendo este último tratamiento el que obtuvo la menor altura de planta.

Tal como se puede observar en la prueba múltiple de Duncan para esta variable, el tratamiento T₇, es el que obtuvo el menor rendimiento obviamente debido a que no se aplicó ningún fertilizante, pero los demás tratamientos estadísticamente tuvieron una producción casi uniforme sin diferenciarse entre ellos, al margen de la diferencia en cuanto a bloques, que se hace notar aun mas para esta variable.

La aplicación de macro y micro nutrientes mediante el fertirriego a la rizósfera con la formulación 15 – 32 – 15 mas 2 ml de Bayfolan y 2 ml de Fert all, nos dio un rendimiento de 17 307,69 Kg/ha, superando levemente al testigo sin aplicación, a pesar de tener diferencia entre los contenidos de pH 6,13 y 5,57 de los bloques (cuadro 2 y 3), estos niveles de pH observados son inferiores a los recomendados por el MINAG – OIA, cuando menciona que el cultivo de lechuga requiere suelos con pH de 6,4 a 6,8.

Las diferencias reportadas en cuanto al rendimiento de las plantas de lechuga básicamente son numéricas y no significamente estadísticas, siendo superado únicamente el T₇ (00-00-00) por los demás tratamientos, lo que nos indica que los demás tratamientos fueron iguales, por otro lado las diferencias numéricas del rendimiento pueden deberse a la diferencia en cuanto a la absorción de las unidades nutritivas originados por la característica física del tipo de suelo, o siendo en algunos casos perdidos por lixiviación, así como por una mala practica de aplicación del fertilizante en drench.

Vale mencionar que la cosecha se realizó a los 47 días de la siembra, demostrando la reducción del periodo vegetativo de la lechuga con respecto al

informe del MINAG – OIA (1995) que está entre 50 a 70 días, Aguirre et al (1994), de 69 días cuando fertilizaron con 22,5 t/ha de materia orgánica combinada con dosis de nitrógeno entre 50 y 150 y fósforo entre 10 y 30 Kg/ha y NORTHRUP KING 80 días y con respecto al mismo agricultor que siembra bajo trasplante se disminuyó entre 15 a 20 días, esto se debe al poco estrés al cual estaba sometido la planta, ya que disponía constantemente de agua y nutrientes, los mismos que absorbían las plantas del fertirriego.

Así mismo todas las aplicaciones con soluciones nutritivas mostraron menor disponibilidad de los nutrientes con el pH 5,57, reduciendo el crecimiento y desarrollo foliar; mientras con el pH 6,13 que fue más cercano al óptimo recomendado por MINAG-OIA (1995) de 6,4 a 6,8, se observó mejor crecimiento y desarrollo de la parte radicular y aérea de las plantas de lechuga. En términos generales la aplicación de las soluciones incrementa el rendimiento de la lechuga reduciendo incidencia y severidad de manchas foliares causado por el hongo *Cercospora*. Con la formulación 15N-32P-15K mas microelementos se obtuvo un rendimiento de 17 307,69 Kg/ha con un. Este resultado (18 050.00 Kg/ha) es casi similar al que reporta Goicoechea (1996), cuando aplicó Harvest More 4 Kg/ha en la parte aérea de la planta, cabe mencionar que ambos trabajos de investigación fueron sembradas con la variedad de lechuga Great Lake 659.

De los resultados obtenidos, se puede establecer una estrategia de fertilización con soluciones nutritivas para la siembra de lechuga en terrazas en Lamas y otras zonas con condiciones edáficas y climáticas similares.

5.4. Número de hojas manchadas por *Cercospora* sp.

Cuadro 16: Análisis de varianza para el número de hojas manchadas por *Cercospora* sp.

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Significación
Bloque	3	0,060	0,020	0,36	N. S.
Tratamientos	6	0,789	0,131	2,40	N. S.
Error	18	0,986	0,54		
Total	27	1,835			

C.V.: 4,09 %

R^2 : 46,25 %

\bar{x} : 5.73 manchas

En el cuadro 16, se aprecia los resultados del análisis de varianza para el número de hojas manchadas por *Cercospora* sp obtenido en el experimento, observándose que no hubo diferencias significativas entre bloques y tratamientos.

Esto nos indica que los diferentes tratamientos no han influenciado en los resultados del número de hojas manchas por *Cercospora* sp.

El Promedio de hojas afectadas de 5 plantas evaluadas fue 5,73 unidades por hoja.

Cuadro 17: Prueba múltiple de Duncan para el número de hojas de lechuga manchadas por planta.

Clave	Descripción	Promedio hojas manchadas/planta	Significancia
T ₁	08-16-08 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	5.83	a
T ₄	17-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	5.83	a
T ₇	00-00-00	5.83	a
T ₂	16-24-16 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	5.81	a
T ₃	24-32-24 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	5.79	a
T ₆	30-00-00	5.68	a b
T ₅	15-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan	5.34	b

En el cuadro 17, se presenta la prueba de rangos múltiples de Duncan, observándose diferencias significativas, donde el número promedio de hojas de lechuga manchadas por planta fluctuó entre 5.83 a 5.34 manchas por planta, siendo el promedio general de 5.73 manchas por planta. El tratamiento T₁ obtuvo la mayor cantidad de manchas por planta con 5.83; siendo igual a los tratamientos T₄, T₇, T₂, T₃ y T₆ que presentaron 5.83, 5.83, 5.81, 5.79 y 5.68 manchas por planta respectivamente, pero diferenciándose estadísticamente del tratamiento T₅ que tuvo 5.34 manchas por planta, siendo este último tratamiento el que obtuvo el menor número de manchas.

Es claro notar que una buena fertilización con macro y microelementos de acuerdo a los requerimientos del cultivo estudiados *insitu* reduce el ataque de las enfermedades, en este caso de la cercosporiosis.

Por otro lado el T₇ testigo sin fertilización obtuvo el mayor promedio de hojas manchadas, lógicamente originado por una menor defensa de la planta ante el ataque de enfermedades, de la misma forma los tratamientos T₁ y T₄ también

presentaron los mismo promedios de hojas manchadas ocasionadas por un mayor desarrollo de las hojas y una mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades, producto de una mayor succulencia de las hojas por el desarrollo originado por los fertilizantes.

5.5. Efectos de las soluciones en la cercosporiosis

Cuadro 18: Severidad, incidencia y promedio ponderada de la enfermedad a los 45 días después de la siembra.

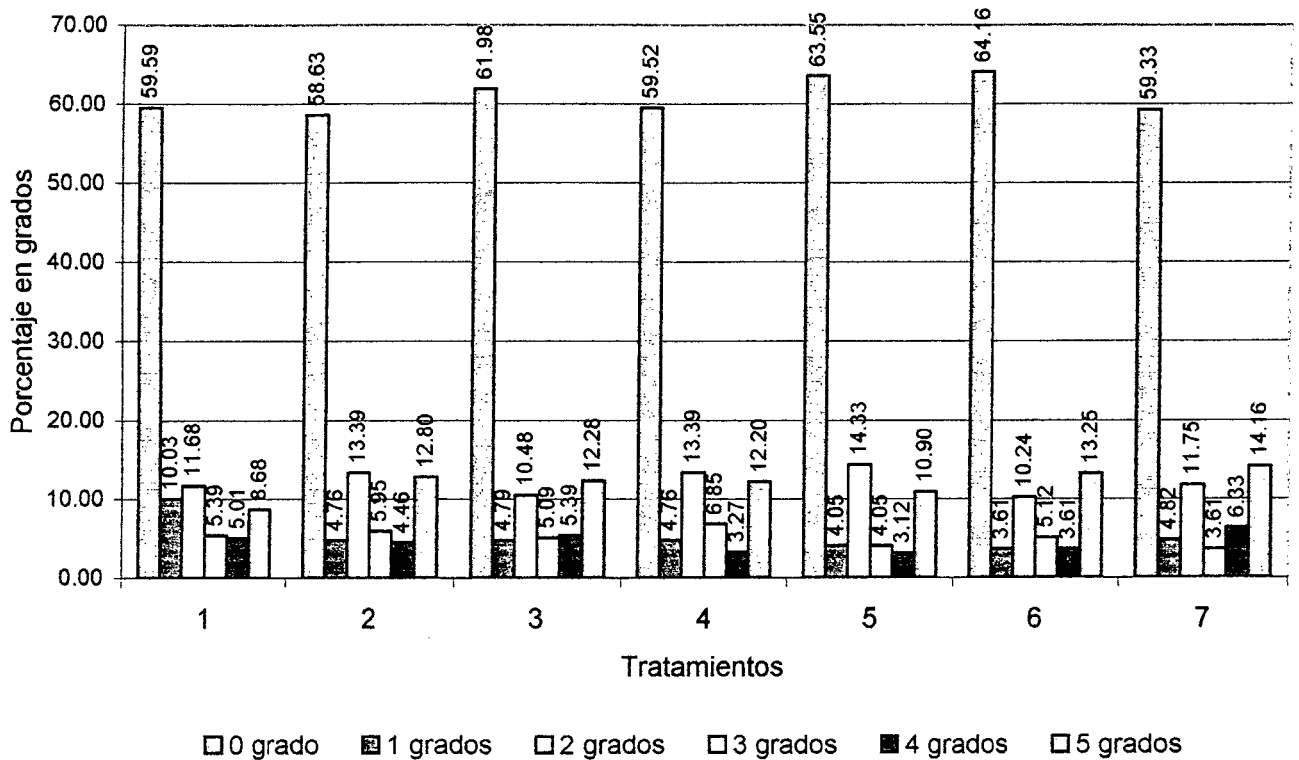
Tratamiento	Severidad de la enfermedad en grados						Incidencia %	PPI
	0	1	2	3	4	5		
T ₁	59,59	10,03	11,58	5,39	5,01	8,68	40,41	1,13
T ₂	58,63	4,76	13,39	5,95	4,46	12,81	41,37	1,31
T ₃	61,98	4,79	10,48	5,09	5,38	12,28	38,02	1,24
T ₄	59,52	4,76	13,39	6,85	3,27	12,20	40,48	1,26
T ₅	63,55	4,05	14,33	4,05	3,12	10,90	36,45	1,12
T ₆	64,16	3,61	10,25	5,12	3,61	13,25	35,84	1,20
T ₇	59,33	4,82	11,75	3,61	6,33	14,16	40,67	1,35

Como se aprecia en el cuadro 18, con el tratamiento T5 (15-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan) se obtuvo 5,34 (36,45) hojas manchadas, siendo menos afectada comparativamente con los demás tratamientos, demostrando que la nutrición de la planta es de vital importancia para disminuir las enfermedades tal como menciona Agrios (1995).

Por otro lado se puede afirmar, que el cultivo de la lechuga, es afectada en el campo por manchas pre necróticas de color amarillo, que posteriormente se tornan de un color marrón a marrón pajizo, cuyo agente causal es la

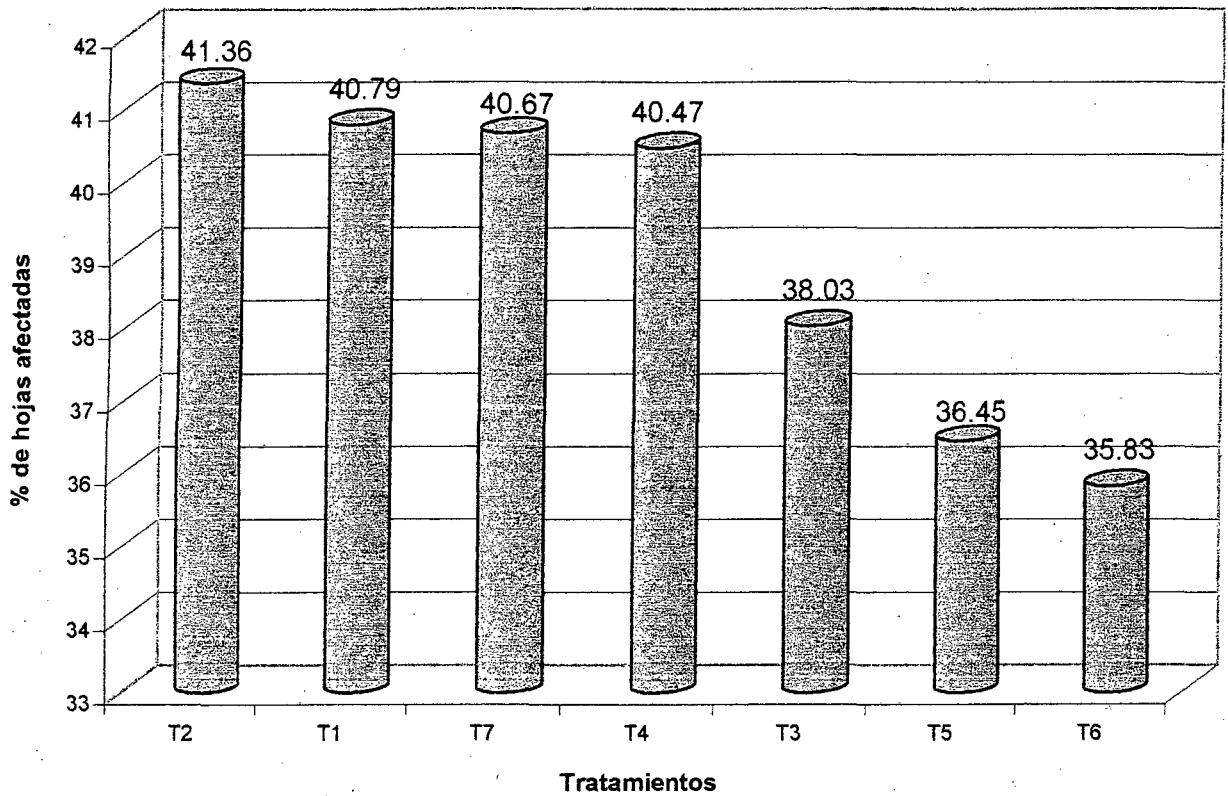
Cercospora longipes. El ataque de podredumbre húmeda originada por la bacteria *Erwinea* sp., no fue significativa razones por la cual no se le consideró como parte de la evaluación.

Gráfico 1: Severidad de la Cercosporiosis



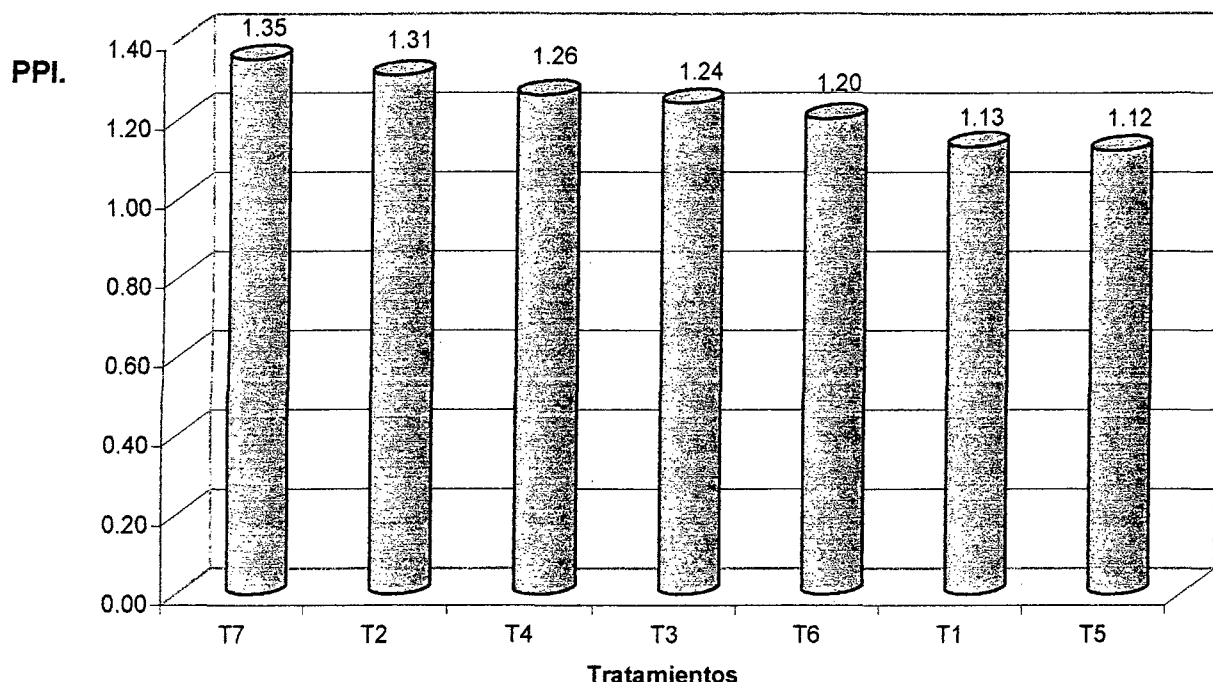
El gráfico 1 muestra la severidad de cercosporiosis en la lechuga, indicando que los tratamientos 3 y 5 obtuvieron más del 60 % de hojas sanas en los grados (3, 4 y 5) siendo menor que los demás tratamientos. Además los mismos tratamientos en el gráfico 2, muestran menor incidencia de hojas enfermas diferenciándose entre los tratamientos 5 y 6 en 0,61 %.

Gráfico 2: Incidencia de la cercosporiosis en lechuga



Todos los tratamientos con aplicación de macro y micro nutrientes tuvieron incidencia de la enfermedad, mayor porcentaje de hojas sanas (a excepción del tratamiento 2) y menor promedio ponderado de infección con respecto al testigo; registrando el más bajo promedio ponderado de infección en el tratamiento 5 con 1,12 seguido del tratamiento 1 con 1,13.

Gráfico 3: Promedio Ponderado de Infección (PPI) de la cercosporiosis.



El valor promedio ponderado de infección (PPI) supera a la unidad, indicando que la incidencia es muy fuerte y su severidad alcanza un calificativo de muy severa. En el tratamiento 5 se observó que a medida que maduraba la hoja de lechuga, menor era el grado de severidad, favoreciendo la resistencia a la enfermedad por la buena estructura de pared celular y los tejidos, resultado que tiene concordancia con Agrios (1995), cuando menciona sobre la defensa estructural preexistentes de las plantas, principalmente grosor de la cutícula y sus contenidos de callosa. Las plantas que recibieron altas dosis de nitrógeno (tratamiento 6) muestra mayor severidad del grado 3, 4 y 5 debido a la constante división celular y al retardo en la madurez de las hojas tal como menciona Goodman and Kiraly (1980) que el nitrógeno tiene la propiedad de mantener la membrana celular con mayor permeabilidad.

5.6. Calidad de hoja expresada en porcentajes

Cuadro 19: Calidad de hoja de lechuga expresada en porcentajes libres de manchas foliares

Tratamientos	Porcentaje de hojas de lechuga libres de manchas foliares
1	59,59
2	58,63
3	61,98
4	59,52
5	63,55
6	64,16
7	59,33

Como se aprecia en el cuadro 19, nos damos cuenta que el tratamiento 5 y 6 fueron los tratamientos que tuvieron mayor porcentaje de hojas libres de manchas foliares.

5.7. Análisis económico de los tratamientos

Cuadro 20: Análisis económico de los tratamientos evaluados

Trat.	Rendimiento Kg/ha	Precio / Kg	Beneficio Bruto (S/.)	Costo Producción (S/.)	Beneficio Neto (S/.)	Relac. b/c
5	17307.69	0.40	6923.08	4953.15	1969.93	1.40
2	15976.33	0.40	6390.53	4886.63	1503.90	1.31
3	15902.37	0.40	6360.95	5069.01	1291.94	1.25
6	15014.79	0.40	6005.92	4673.21	1332.70	1.29
1	15014.79	0.40	6005.92	4699.01	1306.90	1.28
4	14497.04	0.40	5798.82	4955.21	843.60	1.17
7	13165.68	0.40	5266.27	3878.43	1387.84	1.36

En el cuadro 19, se aprecia el cuadro resumen del análisis económico de los tratamientos evaluados. Construyéndose sobre la base del costo de producción, rendimiento y precio en el mercado.

El rendimiento de la lechuga fresca en Kg/ha varió entre 13 165 a 17 337, el mayor rendimiento obtuvo el tratamiento 5 que corresponde a la formulación 15-32-25 + 2 ml de fert-all + 2 ml bayfolan, esto se ha traducido en un mayor costo, pero con buen rendimiento y beneficio neto, así mismo con buena calidad de hojas menos manchadas.

Los costos de producción de la lechuga se incrementaron en función de las diferentes formulaciones de las soluciones nutritivas aplicadas y rendimiento obtenido por cada tratamiento estudiado.

En el testigo donde no se aplicó ningún fertilizante, el costo de producción fue de 3 878.43 nuevos soles siendo la mas baja de los tratamientos, así mismo se ha obtenido una utilidad de 1 387,84 nuevos soles que superó a los tratamientos 1, 3, 4 y 6 lógicamente cuyos costos de producción se vieron incrementados por el costo de los fertilizantes.

El B/C fluctuó de 1.40 a 1.17, correspondiéndole al T₅ (15-32-25 + 2 ml de fert-all + 2 ml bayfolan) el B/C de 2.10 y ubicando al T₄ (17-32-15 + 2 ml de fert-all + 2 ml bayfolan) con 1.17. Todos los tratamientos tuvieron relaciones B/C positivos, superando la unidad.

El tratamiento 5 obtuvo el mayor beneficio neto con 1,969.63 y el tratamiento 4 el más bajo valor neto con 843.60, esto en mérito a que se incrementan los gastos por la utilización de los fertilizantes.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. El efecto de los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio han influido marcadamente en el crecimiento de las plantas de lechuga, mostrando menor altura y mayor diámetro de copa en el tratamiento 5.
- 6.2. En general los efectos de las aplicaciones de los macro y micro elementos disueltos en agua, fueron alentadores, ya que influenciaron en la altura de planta, incremento en el rendimiento y menor incidencia, severidad y promedio ponderado de infección por cercosporiosis con respecto al testigo.
- 6.3. Con la mezcla de NPK + bayfolan y fert all del (T₅), se obtuvo mayor rendimiento (17 307.69 Kg/ha), menor incidencia (36.45 %) y Severidad (0:63.55, 1: 4.05, 2:14.33, 3:4.05, 4:3.12 y 5:10.9 %) y con el mas bajo promedio ponderado de infección (1.12) de la enfermedad.
- 6.4. Una buena fertilización con macro y microelementos de acuerdo a los requerimientos del cultivo estudiados *insitu* reduce el ataque de las enfermedades, en este caso de la cercosporiosis.
- 6.5. El cultivo de la lechuga, es afectada en el campo por manchas pre necróticas de color amarillo, que posteriormente se tornan de un color marrón a marrón pajizo, cuyo agente causal es la *Cercospora longipes*.
- 6.6. Para la severidad de cercosporiosis en la lechuga, los tratamientos 3 y 5 obtuvieron más del 60 % de hojas sanas en los grados (3, 4 y 5) siendo menor

que los demás tratamientos. Para la incidencia muestran menor valor de hojas enfermas diferenciándose entre los tratamientos 5 y 6 en 0,61 %.

6.7. El B/C fluctuó de 1.40 a 1.17, correspondiéndole al T₅ (15-32-25 + 2 ml de fert-all + 2 ml bayfolan) el B/C de 2.10 y ubicando al T₄ (17-32-15 + 2 ml de fert-all + 2 ml bayfolan) con 1.17. Todos los tratamientos tuvieron relaciones B/C positivos, superando la unidad.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Se recomienda utilizar o hacer aplicaciones de la dosis (T_5 (15-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan)), para hortalizas en el sistema de terrazas, que se utiliza en Lamas, por ser técnicamente y económicamente el mas rentable..
- 7.2. Para futuros trabajos considerar el análisis de macro y micro nutrientes del suelo, con la finalidad de determinar las deficiencias de estos elementos. Para poder realizar aplicaciones más eficientes.
- 7.3. En trabajos en condiciones edáficas (terrazas) y climáticas similares, es necesario hacer análisis de suelo por cada bloque para obtener mejor información del terreno.
- 7.4. Para posteriores trabajos de investigación en cuanto a manchas foliares tener en cuenta otros patógenos que las originan.
- 7.5. Este tipo de fertilización se debe ensayar en otras especies de hortalizas como: Cebolla china, pepinillo, rabanito, culantro, etc.

VIII. RESUMEN

El presente experimento se desarrolló en el "Fundo el Retorno", Sector Remoyacu distrito y provincia de Lamas, Región San Martín, en un suelo de textura franco arcillo arenoso, con mediana disponibilidad de elementos (NPK). Los objetivos fueron 1) Evaluar los efectos de diferentes formulaciones de macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg), micronutrientes (B, Zn, Fe, Cu, Mo, Co), vitaminas y hormonas de crecimiento aplicadas bajo el sistema de fertiriego dirigido, buscando mejorar el rendimiento y calidad de la hoja de la lechuga en Lamas y 2) observar los efectos en la incidencia y severidad de la enfermedad cercosporiosis foliar.

El diseño empleado fue de Bloque Completo Randomizado con 7 tratamientos y 4 repeticiones: T₁ (8-16-8 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan), T₂ (16-24-16 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan), T₃ (24-32-24 + 2 ml Fert All + 2ml Bayfolan), T₄ (17-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan), T₅ (15-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan), T₆ (30-0-0) y T₇ (0-0-0). El distanciamiento de siembra fue de 0.50 m entre surco y 0.30 m entre plantas.

Los resultados muestran que el tratamiento T₅ (15-32-15 + 2 ml Fert All + 2 ml Bayfolan) fue el más sobresaliente con un rendimiento de 17 307,69 Kg/ha, 63.55 % de hojas sanas y 36.45 % de hojas infectadas por cercosporiosis y una utilidad neta de 5 431,46 nuevos soles. El Promedio Ponderado de Infección para todos los tratamientos superan la unidad, indicando que la incidencia registrada es muy alta y con calificativo de muy severa.

Concluyendo, la mezcla de NPK + bayfolan y fert all del (T₅), se obtuvo mayor rendimiento (17 307.69 Kg/ha), menor incidencia (36.45 %) y Severidad (0:63.55, 1:4.05, 2:14.33, 3:4.05, 4:3.12 y 5:10.9 %) y presentó el mas bajo promedio ponderado de infección (1.12) de la enfermedad.



IX. SUMMARY

The present study is a research work called " Evaluate mixed NPK solution with leave fertilizer (Fert – all and Bayfolan) on lettuce (*Lactuca sativa*) in Lamas - San Martin." Whose principal objectives were: 1) To evaluate different macronutrients formulations (N, P, K, Ca and Mg, Mo, Co), vitamins and growth hormones effects applied under fertilirrigation system, looking to improve yield and quality of lettuce leaf in Lamas District; 2) To observe the incidence and foliate Cercosporium illness severity effects.

It was carried out in the land " El Retorno" funds on Remoyacu area of Lamas District and county on San Martin Region. It has a geographical location of 6° 20' 15" South Latitude, 76° 30' 35" West Longitude and 814 m. o. s. l. Altitude.

A randomized completely blocks designed (CBD) with 7 treatments and 4 repetition: T1 (8-16-8 + 2ml Fert-all +2ml Bayfolan), T2(16-24-16 +2ml Fert-all +2ml Bayfolan), T3(24-32-24 +2ml Fert-all + 2ml Bayfolan), T4(17-32-15 + 2ml Fert-all +2ml Bayfolan), T5(15-32-15 + 2ml Fert-all + 2ml Bayfolan), T6(30-0-0 +2ml Fert all +2ml Bayfolan) and T7(0-0-0).

Was used results shows that T5(15-32-15+2ml Fert-all +2ml Bayfolan) with 63.55 % healthy leaves and 3,45 % with Cercosporium infected leaves giving a net utility of \$ 1500.00 dollars. The infection average for all treatments is more than unity. I show that incidence is very high and its and its qualifications are very severe.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agrios, G. 1996. Fitopatología. 2da edición en Español traducida del Plant Pathology. Third Edithion traducida por Guzmán, M. Noriega editores. México. 838 p.
2. Aguirre et al. 1994. Fertilización química y orgánica en lechuga (*Lactuca sativa* L.). Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Departamento e Instituto de Agronomía. Apartado Postal 4579. C.P. 2101. Venezuela.
3. Añez. 1980. La lechuga (*Lactuca sativa*). Editorial PISCO. México. 84 p.
4. Barber. 1984. Soil Nutrient. Availability:: A Mechanistic Approach. John Wiley and Sons, Inc, NY.
5. Bar y Apelbaum, A , Kafkafi, U. And Goren , R. 1997 Relationship between chloride and nitrate and its effect on growth and mineral compositium of avocado and citrus plants. J. Plant Nutr. 20:715 – 731.
6. Burt, C. K. O. CONNOR and T, Ruehr. 1998. Fertigation. The irrigation Training and research Center, California Polytechnic State University, San luis Obispo, CA.
7. Campo, 2003. "Horticultura". Editio. Persa. Costa Rica. Pág. 74.
8. Cásseres 1996. Condiciones óptimas para el cultivo de Lechuga. La Horticultura en el Perú. Lima – Perú.
9. Ciarco, 1978. Suelos óptimos para Horticultura. Editorial Musa. México. 19 p.
10. Domínguez, A. 1988. Los microelementos en Agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Impreso en España. 354 p.

11. Elam. 1995. The dissolution of different types of potassium fertilizers suitable for fertigation. In: Proc. Dalia Greidinger Int. Symp. on Fertigation. Technion, Haifa, Israel, 26 March - 1 April 1995. pp 165 – 174.
12. Ellis, M. B. 1976. More, Dematiaceous Hyphomycetes. C. A. B. international Mycological Institute Kew, Surrey, England. 494.
13. Fax, S.A. 1999. "Información Agrícola" – La Lechuga (*Lactuca sativa* L.) México D. F. e-mail = faxsa @ faxsa.com.mx.
14. Feigen et al 1980. The effect of ammonium/nitrate ratio in the solution on tomato yield and quantity. Acta Horti 98: 149 – 160.
15. FUSAGRI. 1976. Horticultura. Boletín Informativo N° 15. Lima – Perú.
16. Gaudron, J. 1990. Fisiología Vegetal. Universidad Agraria La Molina. Lima – Perú. 159 p.
17. Goicoechea, E. 1996. Efecto de tres fuentes y tres dosis de fertilizantes foliares en el rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el Bajo Mayo, Tarapoto – Perú. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Nacional de San Martín Tarapoto.
18. Goodman, R. y Kiraly. 1980. The Biochemistry and Physiology of plant Disease, University of Missouri Press. Columbia. U.S.A. 433p.
19. Hagin, J. and A. Lowengart – Aycicegi. 1999. Fertigation – State of the art. The International Fertiliser Society Proceedings No 429.
20. Holdridge, L. R. 1984. Determination of world plant formation from simple climatic data science. EEUU. 365 - 368
21. INEI. 2000. III Censo Nacional Agropecuario Departamento de San Martín. Lima – Perú.
22. INFOAGRO. 2003. El Cultivo de la lechuga. Infoagro. Com.

23. International Potash Institute, 1999. Manejo de nutrientes por fertirriego en sistema de frutihortícolas Tucuman – Argentina.
24. Isminio, A. 2000. Determinar el efecto de los fungicidas en el aspecto epidemiológico de la mancha foliar. Documento no sustentado.
25. Latorre, B. 1999. " Enfermedades de las plantas cultivadas". Quinta Edición. Edit. Alfa omega. México. Pág. 329 –346.
26. Lorrente, J. B. 1997. "Biblioteca de la Agricultura". IDEA BOOK S.A. Impreso en Barcelona – España.
27. Lupin, M, H. Magen and Z. Gambas. 1996. Preparation of solid fertilizer based solution fertilizers under "grass root" field conditions. Fertiliser Neuw, The fertilizer Association of India (FAI), 41:69 – 72.
28. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed. Academic Press, San Diego New York.
29. Miller, P. 1996. Personal Communication, Agriculture and Agri-Food Canada, Research Station, Swift Current.
30. Neuman and Kafkaf 1980, root Temperature and percentage NO_3/NH_4 effect on tomato plants. I Morphology and growth. Agron. J 72:758 – 761.
31. Neuman and Kafkaf 1983 Root Temperature and percentage NO_3/NH_4 effect on strawberry plant. I Growth, flowering and root development. Agron. J. 75:941 – 947.
32. Norvell y Linsdsay. 1972. Fertilización de los Cultivos. Citado por Dominguez (1988), macro y micro elementos. México. 76 p.
33. Pons, Minoska. 1991. Aspectos taxonómicos de las especies de *Mycosphaella*, Venezuela. pp. 67 – 70.

34. Sneh, M. 1995. The history fertigation in Israel. In : Proc. Dhalia Greidinger Int. Symp.on Fertigation . Technion, Haifa, Israel, 26 March – 1 April 1995. pp 1 – 10.
35. Smith y Hadley. 1989. La Lechuga (*Lactuca sativa*). Traduci por Jorge H. K. Editorial. MARQUI, Lima – Perú. 65 p.
36. Tarchitzky, J. and H. Magen.1997. Status of potassium in soils and cropsin Israel, present K use indicating the need for further research and improved recomendations.
37. Thompson, L. M. 1962. El Suelo y su Fertilidad. Editorial Reverté. Barcelona (España). 506 p.
38. Traves, G. 1962. Abonos. Vol.II. 2^{da}. Edición. Editorial. Sintes. España. 456 p.
39. Tuckey, H. B. 1969. Los Abonos Foliares. La Hacienda. Florida (EE. UU). 132 p.
40. Wolf et al 1985.Fluit, Fertilizer Manual.Vol1. National Fertilizer Solutions Associations, Peoria, Il
41. Zaidan, O and A. Avidan.1997. Greenhouses tomatoes in soilles culture . Ministry of Agriculture, Extensión Service, Vejetables and Field Service Departments (in Hebrew).

ANEXO

Cuadro 20: Datos para el diámetro de copa en cm

Bloques	Tratamientos							Total	Promedio
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇		
I	37.5	39.4	39.6	42.3	40.2	39.9	38.6	277.5	39.64
II	40.0	43.9	40.5	39.0	42.2	44.2	38.6	288.4	41.20
III	36.9	38.7	40.8	39.3	38.9	36.8	36.8	268.2	38.31
IV	36.2	36.6	41.4	40.8	35.0	38.7	36.5	265.2	37.89
Total	150.6	158.6	162.3	161.4	156.3	159.6	150.5		
Promedio	37.65	39.65	40.58	40.35	39.08	39.9	37.63		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DECANATURA

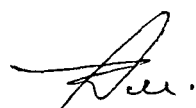
JR. AMORARCA 3^{ra} Cdra. TELEFONO: (094) 524074
CIUDAD UNIVERSITARIA

CONSTANCIA

El Laboratorio de Sanidad Vegetal, hace constar que en el proyecto de tesis titulado "Soluciones de NPK combinados con fertilizante foliares (bayfolan y ferr all) para mejorar el rendimiento y calidad de la hoja de lechuga" presentado por el Bach. Marco Antonio Ramírez Tello; se ha encontrado e identificado que los problemas fitopatológicos presentados en la prueba experimental se deben a *Cercospora sp.*

Se expide la presente para los fines pertinentes:




Ing. EYBIS JOSE FLORES GARCIA
Jefe Laboratorio de Sanidad Vegetal

Especificaciones	Unidad	Costo	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación de terreno										
Desmalezado	Jornal	10,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00
Limpieza de campo	Jornal	10,00	10	100,00	10	100,00	10	100,00	10	100,00
Removida de suelo	Jornal	10,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	10,00	30	300,00	30	300,00	30	300,00	30	300,00
b. Mano de obra										
Siembra	Jornal	10,00	10	100,00	10	100,00	10	100,00	10	100,00
Recalce	Jornal	10,00	5	50,00	5	50,00	5	50,00	5	50,00
Desahije	Jornal	10,00	10	100,00	10	100,00	10	100,00	10	100,00
Aporque	Jornal	10,00	10	100,00	10	100,00	10	100,00	10	100,00
Deshierbos	Jornal	10,00	60	600,00	60	600,00	60	600,00	60	600,00
Aplicación de solución	Jornal	10,00	15	150,00	15	150,00	15	150,00	15	150,00
Aplicación de insecticida	Jornal	10,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00
Riego	Jornal	10,00	16	160,00	16	160,00	16	160,00	16	160,00
Cosecha, pesado y embalado	Jornal	10,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00
Estivadores	Jornal	4,00	15,01	60,04	15,98	63,92	15,90	63,60	14,49	57,96
c. Materiales e insumos										
Insumos										
Semilla	Kg	136,00	1,0	136,00	1,0	136,00	1,0	136,00	1,0	136,00
Urea	Kg	1,00	52,08	52,08	104,35	104,35	156,24	156,24	110,67	110,67
Superfosfato Triple	Kg	1,20	104,16	124,99	156,24	187,49	208,32	249,98	208,32	249,98
Cloruro de Potasio	Kg	1,00	40,0	40,00	79,68	79,68	119,5	119,52	74,7	74,70
Bayfolan	l	14,00	13	182,00	13	182,00	13	182,00	13	182,00
Ferti All	l	22,00	13	286,00	13	286,00	13	286,00	13	286,00
Insecticida Kreso	l	12,00	7	84,00	7	84,00	7	84,00	7	84,00
Materiales										
Lampa	Unidad	20,00	4'6	13,30	4'6	13,30	4'6	13,30	4'6	13,30
Palana	Unidad	20,00	4'6	13,30	4'6	13,30	4'6	13,30	4'6	13,30
Rastrillo	Unidad	15,00	4'6	10,00	4'6	10,00	4'6	10,00	4'6	10,00
Machete de punta ancha	Unidad	10,00	4'6	6,70	4'6	6,70	4'6	6,70	4'6	6,70
Sacos	Unidad	1,00	500,0	500,00	500,0	500,00	500,0	500,00	500,0	500,00
Bomba Mochila	Unidad	150,00	1/10	15,00	1/10	15,00	1/10	15,00	1/10	15,00
Balanza tipo reloj	Unidad	120,00	1/10	12,00	1/10	12,00	1/10	12,00	1/10	12,00
Cordel	m	0,30	200	60,00	200	60,00	200	60,00	200	60,00
Análisis de suelo (2)	Unidad	35,00	2	70,00	2	70,00	2	70,00	2	70,00
d. Transporte	t	20,00	15,01	300,20	15,98	319,60	15,90	318,00	14,49	289,80
e. Leyes sociales 52 % M. O.				696,80		696,80		696,80		696,80
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				3965,41		4123,74		4277,64		4181,61
3. COSTOS INDIRECTOS										
Gastos financieros (3.5 % mensual)				416,37		432,99		449,15		439,07
Gastos Administrativos (8 %)				317,23		329,90		342,21		334,53
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				733,60		762,89		791,36		773,60
TOTAL COSTO DE PRODUCCION				4699,01		4886,63		5069,01		4955,21

Especificaciones	Unidad	Costo	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación de terreno								
Desmalezado	Jornal	10,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00
Limpieza de campo	Jornal	10,00	10	100,00	10	100,00	10	100,00
Removida de suelo	Jornal	10,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	10,00	30	300,00	30	300,00	30	300,00
b. Mano de obra								
Siembra	Jornal	10,00	10	100,00	10	100,00	10	100,00
Recalce	Jornal	10,00	5	50,00	5	50,00	5	50,00
Desahije	Jornal	10,00	10	100,00	10	100,00	10	100,00
Aporque	Jornal	10,00	10	100,00	10	100,00	10	100,00
Deshierbos	Jornal	10,00	60	600,00	60	600,00	60	600,00
Aplicación de solución	Jornal	10,00	15	150,00	15	150,00	15	150,00
Aplicación de insecticida	Jornal	10,00	4	40,00	4	40,00	4	40,00
Riego	Jornal	10,00	16	160,00	16	160,00	16	160,00
Cosecha, pesado y embalado	Jornal	10,00	20	200,00	20	200,00	20	200,00
Estivadores	Jornal	4,00	17,31	69,24	15,01	60,04	13,16	52,64
c. Materiales e insumos								
Insumos								
Semilla	Kg	136,00	1,0	136,00	1,0	136,00	1,0	136,00
Urea	Kg	1,00	97,65	97,65	195,30	195,30	0,00	0,00
Superfosfato Triple	Kg	1,20	208,32	249,98	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloruro de Potasio	Kg	1,00	74,7	74,70	0,00	0,00	0,0	0,00
Bayfolan	l	14,00	13	182,00	13	182,00	0	0,00
Ferti All	l	22,00	13	286,00	13	286,00	0	0,00
Insecticida Kreso	l	12,00	7	84,00	7	84,00	7	84,00
Materiales								
Lampa	Unidad	20,00	4/6	13,30	4/6	13,30	4/6	13,30
Palana	Unidad	20,00	4/6	13,30	4/6	13,30	4/6	13,30
Rastrillo	Unidad	15,00	4/6	10,00	4/6	10,00	4/6	10,00
Machete de punta ancha	Unidad	10,00	4/6	6,70	4/6	6,70	4/6	6,70
Sacos	Unidad	1,00	500,0	500,00	500,0	500,00	500,0	500,00
Bomba Mochila	Unidad	150,00	1/10	15,00	1/10	15,00	1/10	15,00
Balanza tipo reloj	Unidad	120,00	1/10	12,00	1/10	12,00	1/10	12,00
cordel	m	0,30	200	60,00	200	60,00	200	60,00
Análisis de suelo (2)	Unidad	35,00	2	70,00	2	70,00	2	70,00
d. Transporte	t	20,00	17,31	346,20	15,01	300,20	13,16	263,20
e. Leyes sociales 52 % M. O.				696,80		696,80		696,80
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				4179,87		3943,64		3272,94
B. COSTOS INDIRECTOS								
Gastos financieros (3.5 % mensual)				438,89		414,08		343,66
Gastos Administrativos (8 %)				334,39		315,49		261,84
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				773,28		729,57		605,49
TOTAL COSTO DE PRODUCCION				4953,15		4673,21		3878,43